

中央凹词频不影响汉语老年读者副中央凹字 N + 2的预视

吴捷^{1,2}, 陈梦思², 何立媛^{1,2}, 王永胜^{1,2}

¹教育部人文社会科学重点研究基地天津师范大学心理与行为研究院, 天津

²天津师范大学心理学部, 天津

Email: wujie@tjnu.edu.cn

收稿日期: 2021年1月5日; 录用日期: 2021年1月26日; 发布日期: 2021年2月7日

摘要

本研究采用边界范式,通过操纵中央凹注视词的词频(高频和低频)以及副中央凹字N + 2的预视类型(目标预视和假字预视),考察老年读者的副中央凹信息加工是否受中央凹加工负荷的调节。结果发现:1) 所有读者都能够获取副中央凹字N + 2的信息,且老年读者获取预视信息量与青年读者无显著差异;2) 中央凹负荷不影响读者的副中央凹信息加工。上述结果表明,汉语老年读者的副中央凹信息加工不受中央凹加工负荷的调节。

关键词

汉语阅读, 老年人, 中央凹加工, 副中央凹加工

The Frequency of Foveal Words Shows No Influence on the Preview of Character N + 2 for Older Readers during Chinese Reading

Jie Wu^{1,2}, Mengsi Chen², Liyuan He^{1,2}, Yongsheng Wang^{1,2}

¹Key Research Base of Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin

²Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin

Email: wujie@tjnu.edu.cn

Received: Jan. 5th, 2021; accepted: Jan. 26th, 2021; published: Feb. 7th, 2021

文章引用: 吴捷, 陈梦思, 何立媛, 王永胜(2021). 中央凹词频不影响汉语老年读者副中央凹字 N + 2 的预视. *心理学进展*, 11(2), 327-337. DOI: 10.12677/ap.2021.112037

Abstract

In order to explore whether parafoveal processing was regulated by foveal load for older readers, we used the boundary paradigm to manipulate the previews of character N + 2 (identical and pseudocharacter) in parafovea, and selected target words with low and high frequency to manipulate foveal load. The results showed that: 1) all readers can process the information of the character N + 2, and the amount of the preview information acquired by younger and older readers showed no significant difference; 2) parafoveal information processing was not regulated by foveal load for younger and older readers. These findings suggest that the parafoveal processing of older readers shows no decline and it is not regulated by the foveal load.

Keywords

Chinese Reading, Older Adults, Foveal Processing, Parafoveal Processing

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着年龄的增长,老年人的阅读效率降低。采用眼动追踪技术考察老年人阅读过程的研究发现,与青年人相比,老年人的注视时间更长、注视次数更多、回视次数更多,阅读相同的文字材料,拼音文字老年读者所用的时间比青年读者长约三分之一,而汉语老年读者的阅读时间约是青年读者的两倍(Li et al., 2019; Rayner, Reichle, Stroud, Williams, & Pollatsek, 2006; Warrington, McGowan, Paterson, & White, 2018)。近年来,研究者开始关注老年读者阅读过程中的认知机制以揭示其阅读效率降低的原因。

读者在阅读过程中一次注视所能提取信息的范围,即阅读知觉广度,是反映阅读效率的一个重要指标(闫国利,白学军,2007;张慢慢,臧传丽,白学军,2020)。知觉广度不仅包括当前注视的中央凹视区,也包括当前注视词右侧的视野范围(副中央凹视区)。副中央凹视区获取的信息对于阅读过程中的眼动控制具有重要的作用(Schotter, Angele, & Rayner, 2012; 白学军,刘娟,臧传丽,张慢慢,郭晓峰,闫国利,2011;李玉刚,黄忍,滑慧敏,李兴珊,2017)。阅读研究中常使用边界范式(boundary paradigm)(Rayner, 1975)对副中央凹信息加工进行探究,即在目标刺激前设置一个隐藏边界(被试在阅读句子时看不到该边界),被试的注视点未经过该边界时,目标刺激由另一个字或词(预视刺激)所替代,而当注视点越过边界位置时,目标刺激就会立即替代预视刺激。由于该变化发生在注意被抑制的眼跳期间,读者一般不会意识到该变化。边界范式可用于预视效益的研究,该效益是指读者从副中央凹提取的有效单词信息能减少对该词的识别时间,也称预视效应,一般可以达到 30~50 ms (Rayner, 2009)。与此同时,读者会根据从副中央凹获取的词长、词频等预视信息,来决定是否跳读该词,因此预视能够从整体上帮助读者提高阅读效率。此外,当副中央凹内容被掩蔽,读者的阅读效率会大幅度下降(Rayner, Inhoff, Morrison, Slowiaczek, & Bertera, 1981)。由此可见,考察老年人的副中央凹信息加工有利于揭示其阅读速度降低的原因。

然而,老年人的预加工能力是否减弱仍然没有定论。预加工情况包含了预视加工的范围和预视信息的多少,一些拼音文字的研究发现,老年人从副中央凹获取的信息显著少于青年人,预视范围也缩小了(Rayner, Castelano, & Yang, 2009, 2010; Rayner, Yang, Schuett, & Slattery, 2014)。Rayner 等人(2009)比较

了青年和老年读者的阅读知觉广度, 结果发现青年人的右侧知觉广度是两个词, 而老年人是一个词, 这表明老年人的预视范围缩小了。随后, 研究者操纵了副中央凹词 $N + 1$ 的预视类型以考察老年人从副中央凹获取的预视信息量是否减少, 结果发现, 老年人从注视词右侧词 $N + 1$ 上获得的预视信息量显著少于青年读者。然而另外一些研究发现, 老年人的预加工能力仍然保存完好(Choi, Lowder, Ferreira, Swaab, & Henderson, 2017; Risse & Kliegl, 2011; Whitford & Titone, 2016)。如 Risse 和 Kliegl (2011)采用边界范式比较了拼音文字老年读者和青年读者对注视词右侧词 $N + 2$ 的预视情况, 发现与青年人相似, 老年人也能获得词 $N + 2$ 的预视信息, 预视量也没有减少。汉语阅读的相关研究也发现, 老年人的知觉广度与青年人不存在显著差异(Xie, Wang, Hao, Zhang, & Warrington, 2020), 说明他们右侧的预加工范围可能是相似的。Choi 等人(2017)考察了老年人和青年人对副中央凹词 $N + 1$ 的预视, 也没有发现预视量上的年龄差异。综上可知, 老年人从副中央凹获取的预视量是否减少还需要进一步探讨。

根据 E-Z 读者模型的假设, 知觉广度范围内的词是序列加工的, 读者的注意资源也呈序列分布。当中央凹词的加工难度变大时, 读者会增加对该词的加工时间, 并推迟将注意转向副中央凹词, 导致其对下一个词的预视量减少, 识别概率与跳读概率都降低。也就是说, 中央凹加工负荷较高时, 读者会将注意分配到中央凹词上, 而分配到副中央凹词上的注意相对较少, 造成预视量减少。Henderson 和 Ferreira (1990)提出的中央凹负荷假说(Foveal Load Hypothesis)与该假设一致。如果分配到副中央凹词 $N + 1$ 上的注意资源不足以完成该词的词汇通达时, 注意资源就无法转移到后面的词 $N + 2$ 上, 进而造成预视范围的缩小。Veldre 和 Andrews (2018)的研究支持了该假设。研究者操纵了中央凹词频(高频词, 低频词)和副中央凹词 $N + 1$ 的预视类型(相同预视, 正字法相似预视, 非词预视)以检验中央凹负荷假说。结果发现, 中央凹加工负荷大时, 读者从副中央凹获取的预视信息量显著低于中央凹加工负荷较小时的预视量。这表明中央凹加工负荷会调节副中央凹信息加工, 是此消彼长的关系。

综上, 关于老年人副中央凹信息加工是否减弱没有一致性结论, 可能是以往研究没有考虑中央凹加工负荷的影响造成的。老年读者加工当前注视词需要更长的时间, 词汇加工存在困难, 如存在比青年读者更大的词频、词长及笔画数效应等(王丽红, 白学军, 闫国利, 吴捷, 2012; Zang, Zhang, Bai, Yan, Paterson, & Liversedge, 2016; Li, Li, Wang, McGowan, & Paterson, 2018), 表明其中央凹加工负荷比青年读者更大。这种变化是否会影响副中央凹信息加工, 导致其副中央凹信息加工能力降低? 目前还没有研究探讨这一问题。因此, 本研究采用边界范式, 选择具有不同词频(高频、低频)的中央凹词来操纵中央凹加工负荷, 同时操纵副中央凹字 $N + 2$ 的预视类型(目标预视和假字预视)以考察老年人的副中央凹信息加工。我们假设, 如果中央凹加工负荷调节副中央凹信息加工, 那么老年人对字 $N + 2$ 的预视会受到中央凹词频的影响: 可能体现在预视范围上的调节, 即当中央凹词为高频词时, 读者能够获得字 $N + 2$ 的预视信息, 而当中央凹词为低频词时, 无法获得字 $N + 2$ 的预视; 也可能体现在预视量上的调节, 即相比于低频词, 当中央凹词为高频词时, 读者获得的字 $N + 2$ 的预视效益更大。如果中央凹负荷不调节副中央凹信息加工, 那么预视和词频两个变量之间不存在交互作用。

2. 方法

2.1. 被试

40 名来自天津市的大学生(最低年龄 18 岁, 最高年龄 25 岁, 平均年龄 $M = 21.28$ 岁, $SD = 2.18$), 以及 40 名来自天津市某社区的老年人(最低年龄 65 岁, 最高年龄 72 岁, 平均年龄 $M = 66.93$ 岁, $SD = 2.06$) 参与了本实验。所有被试母语均为汉语, 视力或矫正视力正常, 且不了解实验目的。实验结束后均可获得一定报酬。参与实验的老年被试年龄分布情况见图 1。

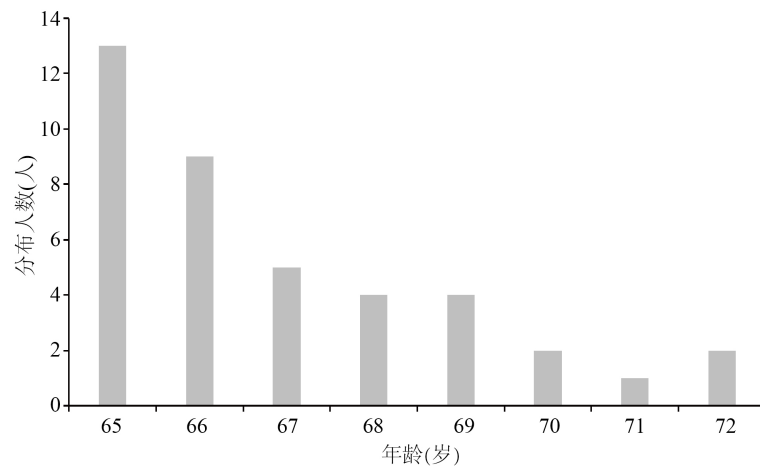


Figure 1. Age distribution of older participants
图 1. 老年被试年龄分布

研究使用 Block Letter Eye Chart (Schneider, 2002)对被试视力进行筛查, 采用韦氏成人智力测验 WAIS-III 词汇分量表(Wechsler, Chen, & Chen, 2002)及其数字广度分量表(Wechsler, 1997)进行词汇和工作记忆测试。此外, 使用北京版蒙特利尔认知评估量表(MoCA)对老年人进行认知功能测试, 所有参与实验的老年人平均得分 $M = 26.43$ ($SD = 1.63$), 在认知方面均不存在损伤。表 1 为被试测验情况。

Table 1. Summary of participant characteristics
表 1. 被试测验情况

测验	青年人	老年人	t 值
远视力	20/29	20/36	2.48*
近视力	16/26	16/49	5.73***
词汇	15.38	15.70	1.58
数字广度	15.85	12.08	-7.59***

注: ***表示 $p < 0.001$, **表示 $p < 0.01$, *表示 $p < 0.05$, §表示 $p < 0.1$ 。下同。

2.2. 材料与设计

实验选取 80 个高频双字词($M = 387$ /百万, $SD = 207$)和 80 个低频双字词($M = 7$ /百万, $SD = 10$)作为中央凹注视词(词 N), 两组词频差异显著($t = 16.64$, $p < 0.001$)。不同词频条件下的首字笔画数(高频: $M = 6.06$, $SD = 2.20$; 低频: $M = 6.21$, $SD = 1.98$)差异和尾字笔画数(高频: $M = 7.26$, $SD = 2.53$; 低频: $M = 7.11$, $SD = 2.46$)差异均不显著($t_s < 0.82$, $p_s > 0.05$)。将每组目标词嵌入到相同的句子框架中, 词 N 前的句子部分相同。词 N 后为一个双字词, 作为副中央凹词(词 N + 1)。

正式实验前对实验材料进行了评定。请 30 名不参加正式实验的大学生对句子通顺性进行 7 点评定, “1”代表非常不通顺, “7”代表非常通顺。结果表明, 高频词句子的通顺性为 $M = 5.90$ ($SD = 1.13$), 低频词句子的通顺性为 $M = 5.82$ ($SD = 1.12$), 两种条件下句子的通顺性无显著差异($t = -1.00$, $p > 0.05$), 且符合实验要求。此外, 28 名学生进行预测性评定。中央凹高频词与低频词的预测性无显著差异(高频: $M = 0.02$, $SD = 0.03$; 低频: $M = 0.01$, $SD = 0.03$; $t = 1.23$, $p > 0.05$), 副中央凹目标词在高频词与低频词条件下的预测性无显著差异(高频: $M = 0.02$, $SD = 0.08$; 低频: $M = 0.02$, $SD = 0.7$; $t = 0.58$, $p > 0.05$)。实验材料中的假字使用 Windows 系统的专用字符编辑器编制。表 2 为实验材料举例。

Table 2. An example of stimulus**表 2.** 实验材料举例

中央凹词频 - 副中央凹字 N + 2 预视类型	句子
高频 - 目标预视	当前的设备维护工作 仍然面临着一些棘手的问题。
高频 - 假字预视	当前的设备维护工作 仍茫面临着一些棘手的问题。
低频 - 目标预视	当前的设备维护大纲 仍然面临着一些棘手的问题。
低频 - 假字预视	当前的设备维护大纲 仍茫面临着一些棘手的问题。

注：“|”为边界，正式实验中不显示。

本研究采用 2 (年龄: 青年人、老年人) × 2 (中央凹词频: 高频、低频) × 2 (副中央凹字 N + 2 预视: 目标预视, 假字预视) 的混合实验设计。其中, 中央凹词频及副中央凹字 N + 2 预视均为被试内变量, 年龄组为被试间变量。

2.3. 仪器与程序

Eyelink 2000 型车载眼动记录仪(SR Research Inc., Toronto, Canada), 采样频率为 1000 Hz。刺激呈现变化的延迟时间为 6~12 ms。被试机屏幕的刷新率为 120 Hz, 分辨率为 1024 × 768 像素。被试与屏幕之间的距离为 60 cm, 句子以 26 号宋体形式呈现, 每个汉字在屏幕上的大小为 35 × 35 像素, 每个汉字呈 1° 视角。

被试进入实验室后, 主试向被试详细介绍指导语, 确保被试准确理解实验程序。之后进行三点校准, 校准成功后开始实验, 被试开始阅读屏幕上呈现的句子, 正式实验中, 每名被试需阅读 108 个句子, 包括 8 个练习句, 80 个实验句及 20 个填充句(首先呈现练习句, 之后实验句与填充句随机呈现)。其中 40 个句子后面有一个“是”或“否”的判断题, 被试需按键回答以确保认真阅读了句子。实验中必要时重新进行校准, 整个实验过程大约需要 25~45 min。

3. 结果

老年被试回答问题的正确率($M = 91\%$, $SD = 0.06$)低于青年被试($M = 93\%$, $SD = 0.04$), 二者差异显著($t = -2.28$, $p = 0.03$), 但二者正确率均值高于 90%, 表明青年被试与老年被试都认真阅读了句子, 并正确理解了句子的含义。在分析数据前, 删除短于 80 ms 或长于 800 ms 的注视点。此外, 删除了以下不符合要求的试次: 1) 句子上的注视点少于 5 个(0.05%); 2) 在中央凹词上发生回视出的试次(9.60%); 3) 被试在边界变化和关键词被注视时眨眼(2.89%); 4) 边界过早(0%)或延迟变化(6.59%)。删除数据占总试次的 19.13%。此外, 词 N + 1 的分析不包含词 N 被跳读的数据。

结果分析包括句子水平分析和局部分析。局部分析包括对词 N 及词 N + 1 的分析。句子水平分析中使用的指标包括: 总阅读时间(Sentence reading time)、平均注视时间(Average fixation duration)、注视次数(Number of fixations)、向前眼跳长度(Forward saccade length)和回视次数(Number of regressions)。局部分析使用的指标包括: 首次注视时间(first fixation duration, FFD)、单一注视时间(single fixation duration, SFD)、凝视时间(gaze duration, GD)、跳读率(skipping probability, SP)。词 N 的分析指标不包括跳读率。

研究使用 R 语言(R Development Core Team, 2018)中的 lme4 数据处理包(Bates, Mächler, Bolker, & Walker, 2015)所构建的线性混合模型(Linear Mixed-Effects Models, LMEMs) (Baayen, Davidson, & Bates, 2008)对数据进行分析。研究将中央凹词频、副中央凹字 N + 2 预视类型和年龄组及其交互作用作为固定因素进行分析, 并使用 MASS 软件包中的“contr.sdif()”功能进行对比。指定被试和项目作为交叉随机效

应, 并使用具有 *Lmer* 函数的线性混合效应模型分析注视时间, 使用具有 *glmer* 函数的线性混合模型分析跳读率。运行混合线性模型前对词水平连续变量的数据进行了 *log* 转换。运行模型时总是从包含最大随机效应结构的完整模型开始, 如果模型无法拟合, 则先从项目开始去除斜率而后截距, 然后是去除被试的斜率和截距, 直到最简单的模型能够拟合。

3.1. 句子水平整体分析的结果

研究对句子水平整体结果进行了分析, 见表 3、表 4。结果表明, 在平均注视时间、总阅读时间、注视次数以及向前眼跳长度和回视次数上, 年龄主效应均显著, 老年人平均注视时间及总阅读时间显著长于年轻人, 注视次数显著多于年轻人, 眼跳长度显著短于年轻人, 回视次数显著多于年轻人。

Table 3. Means for sentence-level measures

表 3. 句子水平整体分析描述统计结果

分析指标	青年人	老年人
总阅读时间(ms)	3934 (1969)	6977 (3064)
平均注视时间(ms)	224 (37)	256 (39)
注视次数	14.41 (6.17)	22.46 (8.83)
回视次数	3.72 (2.52)	6.05 (3.45)
向前眼跳长度 (字)	3.71 (1.25)	2.83 (0.90)

注: 表中为平均数, 括号内为标准差。下同。

Table 4. Statistical effects for sentence-level measures

表 4. 句子水平整体分析固定效应估计值

		总阅读时间	平均注视时间	注视次数	回视次数	向前眼跳长度
截距	β	5459.10	240.15	18.45	4.83	3.27
	SE	204.20	3.28	0.58	0.19	0.08
	t	26.73***	73.22***	31.93***	25.46***	38.51***
年龄组	β	3042.94	31.70	8.06	2.41	-0.88
	SE	383.78	6.50	1.07	0.36	0.17
	t	7.93***	4.88***	7.50***	6.71***	-5.32***

3.2. 词水平结果分析

3.2.1. 词 N

被试在中央凹词上各眼动指标的描述统计结果、固定效应估计值见表 5、表 6。分析结果表明, 读者对低频词的注视时间显著长于高频词, 表明中央凹负荷操纵是有效的; 老年读者在词 N 上的注视时间显著地长于青年读者, 表明老年读者的中央凹信息加工效率更低, 与以往研究结果一致(McGowan, White, Jordan, & Paterson, 2014; Zang et al., 2016; Li et al., 2018)。其他主效应及交互作用均不显著。

3.2.2. 词 N + 1

被试在副中央凹词上各眼动指标的描述统计结果、固定效应估计值见表 7、表 8。字 N + 2 预视主效应应在各指标上均显著, 假字预视下的注视时间均显著高于目标预视下的, 且跳读率更低。年龄主效应应在

注视时间指标上均显著, 在跳读率上也显著, 老年人的注视时间均显著长于青年人, 且跳读率更低。在各眼动指标上未发现显著的词频主效应及交互作用。

Table 5. Means for Word N Measures

表 5. 中央凹词上各眼动指标的描述统计结果

分析指标	中央凹词频	高频		低频	
	字 N + 2 预视	目标预视	假字预视	目标预视	假字预视
首次注视时间(ms)	青年	232 (82)	236 (80)	253 (93)	252 (94)
	老年	279 (101)	270 (89)	291 (107)	299 (110)
单次注视时间(ms)	青年	233 (81)	236 (81)	254 (96)	252 (93)
	老年	275 (98)	270 (89)	290 (106)	294 (107)
凝视时间(ms)	青年	256 (108)	252 (103)	302 (144)	304 (156)
	老年	399 (245)	388 (227)	455 (253)	460 (280)

Table 6. Statistical Effects for Word N Measures

表 6. 中央凹词上各眼动指标的固定效应估计值

		首次注视时间	单次注视时间	凝视时间
		β	SE	t/z
截距	β	5.51	5.51	5.71
	SE	0.02	0.02	0.03
	t/z	300.70***	272.89***	203.48***
年龄组	β	0.15	0.15	0.36
	SE	0.04	0.04	0.05
	t/z	4.37***	3.79***	6.85***
词频	β	0.07	0.07	0.14
	SE	0.01	0.01	0.01
	t/z	6.85***	5.51***	10.70***
字 N + 2 预视	β	0.005	0.003	-0.01
	SE	0.01	0.01	0.01
	t/z	0.50	0.22	-0.66
词频 × 字 N + 2 预视	β	0.003	-0.01	-0.001
	SE	0.02	0.02	0.03
	t/z	0.14	-0.40	-0.04
年龄 × 词频	β	-0.01	-0.01	-0.004
	SE	0.02	0.02	0.03
	t/z	-0.49	-0.47	-0.14
年龄 × 字 N + 2 预视	β	-0.01	-0.01	-0.01
	SE	0.02	0.02	0.03
	t/z	-0.54	-0.59	-0.34
年龄 × 词频 × 字 N + 2 预视	β	0.07	0.03	-0.02
	SE	0.04	0.04	0.05
	t/z	1.76 [§]	0.70	-0.35

Table 7. Means for Word N + 1 Measures
表 7. 副中央凹词上各眼动指标的描述统计结果

分析指标	中央凹词频	高频		低频	
	字 N + 1 预视	目标预视	假字预视	目标预视	假字预视
首次注视时间(ms)	青年	245 (86)	273 (104)	249 (89)	271 (104)
	老年	273 (87)	304 (107)	280 (102)	304 (115)
单次注视时间(ms)	青年	245 (81)	279 (106)	248 (90)	273 (108)
	老年	278 (87)	306 (106)	286 (106)	306 (122)
凝视时间(ms)	青年	276 (130)	378 (211)	294 (145)	400 (253)
	老年	381 (199)	506 (295)	391 (219)	506 (305)
跳读率	青年	0.27 (0.45)	0.18 (0.38)	0.26 (0.44)	0.17 (0.37)
	老年	0.13 (0.34)	0.08 (0.27)	0.13 (0.34)	0.11 (0.31)

Table 8. Statistical Effects for Word N + 1 Measures
表 8. 副中央凹词上各眼动指标的固定效应估计值

		首次注视时间	单次注视时间	凝视时间	跳读率
截距	β	5.54	5.55	5.79	-2.17
	SE	0.02	0.02	0.03	0.14
	t/z	328.66***	324.52***	230.95***	-15.12***
年龄组	β	0.12	0.13	0.28	-1.07
	SE	0.03	0.03	0.05	0.27
	t/z	3.68***	3.86***	5.79***	-3.97***
词频	β	0.00002	-0.01	0.02	0.03
	SE	0.01	0.01	0.02	0.09
	t/z	-0.001	-0.75	1.16	0.39
字 N + 2 预视	β	0.09	0.09	0.25	-0.74
	SE	0.01	0.02	0.02	0.12
	t/z	6.94***	5.54***	15.69***	-6.10***
词频 × 字 N + 2 预视	β	-0.02	-0.04	-0.04	0.19
	SE	0.02	0.03	0.03	0.17
	t/z	-1.05	-1.54	-1.15	1.10
年龄 × 词频	β	-0.003	0.01	-0.04	0.23
	SE	0.03	0.03	0.03	0.17
	t/z	-0.10	0.29	-1.31	1.33
年龄 × 字 N + 2 预视	β	-0.01	-0.04	-0.03	0.11
	SE	0.03	0.03	0.03	0.20
	t/z	-0.42	-1.19	-0.91	0.55
年龄 × 词频 × 字 N + 2 预视	β	0.01	0.02	-0.02	0.42
	SE	0.04	0.06	0.06	0.34
	t/z	0.19	0.27	-0.24	1.21

综上,在注视时间上发现了显著的词频效应与预视效应,但并未发现词频与预视的交互作用,表明中央凹负荷的大小并不能调节副中央凹信息加工。与此同时,还发现了显著的年龄效应,老年人的注视时间比青年人更长,跳读率更低,表明老年人词汇加工效率低于青年人。而且老年人能够从副中央凹中获得字 N + 2 的信息,且获取的信息量与青年人无显著差异。

4. 讨论

本研究操纵了中央凹词频(高频和低频)以及副中央凹字 N + 2 的预视类型(目标预视和假字预视),考察汉语阅读中,中央凹负荷是否调节老年读者的副中央凹信息加工。结果发现:1) 所有读者都获得了副中央凹字 N + 2 的预视信息,且老年读者的预视量与青年读者无显著差异;2) 汉语读者的副中央凹预视没有受到中央凹负荷的显著影响。

本研究的第一个重要发现是,老年人获得的预视量与青年读者相同,表明老年人的预加工能力可能没有衰退。虽然老年人副中央凹区域的视力下降得更为严重(Cerella, 1985),特别是细节加工的能力显著低于青年人,预示着老年读者的副中央凹信息加工可能会减弱。但我们发现,老年读者能够获取副中央凹字 N + 2 的预视信息,而且预视量与青年读者不存在显著差异。这与以往的一些研究结果是一致的(Choi et al., 2017; Risse & Kliegl, 2011; Whitford & Titone, 2016; Xie et al., 2020)。研究者提出,读者知觉广度的大小更多地与注意资源的分配有关,而非视力的影响(Engbert & Kliegl, 2011; Henderson & Ferreira, 1990; Rayner & Pollatsek, 1987; Xie et al., 2020),因此老年人表现出与青年人相似的预视量可能与注意资源的分配有关。老年人可能会为了弥补老化所带来的视力缺陷,调节注意资源以优先进行副中央凹加工,造成他们对中央凹词的注视时间更长。然而,就目前的结果,我们还无法断定老年人的预加工范围是否缩小。以往研究发现,汉语青年读者能够获得词 N + 2 的预视信息,且读者从字 N + 2 和单字词 N + 2 上获取的预视信息量不存在显著差异(王永胜,白学军,臧传丽,高晓雷,郭志英,闫国利,2016),但无法确定老年人是否也能获得词 N + 2 的预视信息。因此,未来研究可以从预视范围的角度进一步考察老年人的副中央凹信息加工。

本研究的第二个发现是中央凹加工负荷不影响副中央凹信息加工。E-Z 读者模型和中央凹加工负荷假说均认为,中央凹负荷会调节预视效应的大小,加工负荷越大,读者从副中央凹中获取的信息越少,预视的范围也会缩小(张慢慢等,2020; Reichle, Pollatsek, Fisher, & Rayner, 1998; Reichle & Drieghe, 2013)。然而,本研究并未发现中央凹负荷会影响读者的副中央凹信息加工。最近的一项研究也发现,汉语阅读中预视量并非随着中央凹负荷的增大而减少(王永胜,赵冰洁,陈茗静,李馨,闫国利,白学军,2018; Yan, 2015; Zhang, Liversedge, Bai, Yan, & Zang, 2019)。Yan (2015)通过操纵中央凹词笔画数的多少来改变中央凹视觉信息的加工负荷(高负荷:多笔画数;低负荷:少笔画数),同时操纵词 N + 1 的预视类型,来检验中央凹和副中央凹信息加工的关系。结果发现,中央凹词为多笔画词时,读者获得的词 N + 1 的预视量反而显著高于少笔画的条件,即中央凹负荷越大,获取的预视信息越多。而 Zhang 等人(2019)进行了与 Veldre 和 Andrews (2018)同样的实验操纵,考察汉语阅读中的中央凹加工负荷对预加工的影响,也没有观察到中央凹加工负荷对于预视量的调节。这可能与读者的注意资源分配有关。虽然较低的中央凹加工负荷占用较少的注意资源,读者可以分配更多资源进行副中央凹加工,但他们可能将这些资源同时被分配到了更多的字上。而高负荷条件下,读者将分配到副中央凹较少的资源分配到较少的字上。出于这种情况,不同中央凹负荷条件下,副中央凹每个字获得的注意资源可能是相同的(Wei, Li, & Pollatsek, 2013)。因此,中央凹加工负荷影响的可能是预视范围而不是预视量(Zhang et al., 2019)。Kliegl, Nuthmann 和 Engbert (2006)的研究也发现中央凹负荷的增加限制了副中央凹的加工范围。但中央凹加工负荷是否调节预视范围而不影响预视量的猜测还需要进一步的检验。

5. 结论

综上, 汉语阅读中, 老年读者能够加工副中央凹字 $N + 2$ 的信息, 获取信息量与青年读者相似, 且副中央凹信息加工不受中央凹负荷的调节。

基金项目

本文获得天津市哲学社会科学规划项目(TJJX17-009)资助。

参考文献

- 白学军, 刘娟, 臧传丽, 张慢慢, 郭晓峰, 闫国利(2011). 中文阅读过程中的副中央凹预视效应. *心理科学进展*, 19(12), 1721-1729.
- 李玉刚, 黄忍, 滑慧敏, 李兴珊(2017). 阅读中的眼跳目标选择问题. *心理科学进展*, 25(3), 404-412.
- 王丽红, 白学军, 闫国利, 吴捷(2012). 词频和语境预测性在老年人阅读中的作用: 眼动研究. *中国老年学杂志*, 32(16), 3503-3507.
- 王永胜, 白学军, 臧传丽, 高晓雷, 郭志英, 闫国利(2016). 副中央凹中字 $N+2$ 的预视对汉语阅读眼跳目标选择影响的眼动研究. *心理学报*, 48(1), 1-11.
- 王永胜, 赵冰洁, 陈茗静, 李馨, 闫国利, 白学军(2018). 中央凹加工负荷与副中央凹信息在汉语阅读眼跳目标选择中的作用. *心理学报*, 50(12), 1336-1345.
- 闫国利, 白学军(2007). 汉语阅读的眼动研究. *心理与行为研究*, 5(3), 229-234.
- 张慢慢, 臧传丽, 白学军(2020). 中文阅读中副中央凹预加工的范围与程度. *心理科学进展*, 28(6), 871-822.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-Effects Modeling with Crossed Random Effects for Subjects and Items. *Journal of Memory and Language*, 59, 390-412. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.12.005>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67, 1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Cerella, J. (1985). Information Processing Rates in the Elderly. *Psychological Bulletin*, 98, 67-83. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.1.67>
- Choi, W., Lowder, M. W., Ferreira, F., Swaab, T. Y., & Henderson, J. M. (2017). Effects of Word Predictability and Preview Lexicality on Eye Movements during Reading: A Comparison between Young and Older Adults. *Psychology and Aging*, 32, 232-242. <https://doi.org/10.1037/pag0000160>
- Engbert, R., & Kliegl, R. (2011). Parallel Graded Attention Models of Reading. In S. P. Livservedge, I. D. Gilchrist, & S. Everling (Eds.), *The Oxford Handbook of Eye Movements* (pp. 787-800). Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0043>
- Henderson, J. M., & Ferreira, F. (1990). Effects of Foveal Processing Difficulty on the Perceptual Span in Reading: Implications for Attention and Eye Movement Control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 417-429. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.3.417>
- Kliegl, R., Nuthmann, A., & Engbert, R. (2006). Tracking the Mind during Reading: The Influence of Past, Present, and Future Words on Fixation Durations. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 12-35. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.135.1.12>
- Li, S., Li, L., Wang, J., McGowan, V. A., & Paterson, K. B. (2018). Effects of Word Length on Eye Guidance Differ for Young and Older Chinese Readers. *Psychology and Aging*, 33, 685-692. <https://doi.org/10.1037/pag0000258>
- Li, S., Oliver-Mighten, L., Li, L., White S. J., Paterson, K. B., Wang, J., Warrington K. L., & McGowan, V. A. (2019). Adult Age Differences in Effects of Text Spacing on Eye Movements during Reading. *Frontiers in Psychology*, 9, 2700. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02700>
- Mcgowan, V. A., White, S. J., Jordan, T. R., & Paterson, K. B. (2014). Aging and the Use of Interword Spaces during Reading: Evidence from Eye Movements. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21, 740-747. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0527-8>
- Rayner, K. (1975). The Perceptual Span and Peripheral Cues in Reading. *Cognitive Psychology*, 7, 65-81. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90005-5)
- Rayner, K. (2009). Eye Movements and Attention in Reading, Scene Perception, and Visual Search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1457-1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>

- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1987). Eye Movements in Reading: A Tutorial Review. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and Performance* (Vol. 12, pp. 327-362). London: Erlbaum.
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. (2009). Eye Movements and the Perceptual Span in Older and Younger Adults. *Psychology and Aging, 24*, 755-760. <https://doi.org/10.1037/a0014300>
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. (2010). Preview Benefit during Eye Fixations in Reading for Older and Younger Readers. *Psychology and Aging, 25*, 714-718. <https://doi.org/10.1037/a0019199>
- Rayner, K., Inhoff, A. W., Morrison, R., Slowiaczek, M. L., & Bertera, J. H. (1981). Masking of Foveal and Parafoveal Vision during Eye Fixations in Reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 7*, 167-179. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.7.1.167>
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C., & Pollatsek, A. (2006). The Effect of Word Frequency, Word Predictability, and Font Difficulty on the Eye Movements of Young and Older Readers. *Psychology and Aging, 21*, 448-465. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.3.448>
- Rayner, K., Yang, J., Schuett, S., & Slattery, T. J. (2014). The Effect of Foveal and Parafoveal Masks on the Eye Movements of Older and Younger Readers. *Psychology and Aging, 29*, 205-212. <https://doi.org/10.1037/a0036015>
- Reichle, E. D., & Drieghe, D. (2013). Using E-Z Reader to Examine Word Skipping during Reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 39*, 1311-1320. <https://doi.org/10.1037/a0030910>
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Rayner, K. (1998). Toward a Model of Eye Movement Control in Reading. *Psychological Review, 105*, 125-157. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.1.125>
- Risse, S., & Kliegl, R. (2011). Adult Age Differences in the Perceptual Span during Reading. *Psychology and Aging, 26*, 451-460. <https://doi.org/10.1037/a0021616>
- Schneider, J. (2002). *Block Letter Eye Chart*. http://eyetestnow.com/images/snellen_block_letter_eye_chart_eye_exam_test.pdf
- Schotter, E. R., Angele, B., & Rayner, K. (2012). Parafoveal Processing in Reading. *Attention, Perception, & Psychophysics, 74*, 5-35. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0219-2>
- Veldre, A., & Andrews, S. (2018). How Does Foveal Processing Difficulty Affect Parafoveal Processing during Reading? *Journal of Memory and Language, 103*, 74-90. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2018.08.001>
- Warrington, K. L., McGowan, V. A., Paterson, K. B., & White, S. J. (2018). Effects of Aging, Word Frequency, and Text Stimulus Quality on Reading across the Adult Lifespan: Evidence from Eye Movements. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 44*, 1714-1729. <https://doi.org/10.1037/xlm0000543>
- Wechsler, D. (1997). *WAIS-III Administration and Scoring Manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D., Chen, Y. H., & Chen, X. Y. (2002). *WAIS-III Chinese Version Technical Manual*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wei, W., Li, X. S., & Pollatsek, A. (2013). Word Properties of a Fixated Region Affect Outgoing Saccade Length in Chinese Reading. *Vision Research, 80*, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.11.015>
- Whitford, V., & Titone, D. (2016). Eye Movements and the Perceptual Span during First- and Second-Language Sentence Reading in Bilingual Older Adults. *Psychology and Aging, 31*, 58-70. <https://doi.org/10.1037/a0039971>
- Xie, F., Wang, J., Hao, L., Zhang, X., & Warrington, K. L. (2020). Perceptual Span Is Independent of Font Size for Older and Young Readers: Evidence From Chinese. *Psychology and Aging, 35*, 1-12. <https://doi.org/10.1037/pag0000549>
- Yan, M. (2015). Visually Complex Foveal Words Increase the Amount of Parafoveal Information Acquired. *Vision Research, 111*, 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2015.03.025>
- Zang, C., Zhang, M., Bai, X., Yan, G., Paterson, K. B., & Livingsedge, S. P. (2016). Effects of Word Frequency and Visual Complexity on Eye Movements of Young and Older Chinese Readers. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 69*, 1409-1425. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1083594>
- Zhang, M., Livingsedge, S. P., Bai, X., Yan, G., & Zang, C. (2019). The Influence of Foveal Lexical Processing Load on Parafoveal Preview and Saccadic Targeting During Chinese Reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 45*, 812-825. <https://doi.org/10.1037/xhp0000644>